

Operating device

Patent Number: ☐ US5944151
Publication date: 1999-08-31
Inventor(s): ABEL HEINZ BERNHARD (DE); JAKOBS HASKO (DE)
Applicant(s): VDO SCHINDLING (DE)
Requested Patent: ☐ DE19528457
Application Number: US19960677138 19960709
Priority Number(s): DE19951028457 19950803
IPC Classification: F16F15/03; G05B9/02
EC Classification: H01H3/00
Equivalents: ☐ JP9190732

Abstract

An operating device with haptic response for the manual entering of information into a device comprises a setting member having a position which is variable under the action of an actuating force, and with which there is connected a transducer for producing electric signals which characterize the position of the setting member. There is connected with the setting member a braking element which, under control by the electric signals, exerts a force on the setting member, the value of which force depends on the position of the setting member. The braking element has at least two surfaces which are movable relative to each other and between which there is provided a force transmitting fluid the transmission properties of which can be varied by the electric signals.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 195 28 457 A 1

⑤① Int. Cl.⁸:
G 05 G 5/03

②① Aktenzeichen: 195 28 457.7
②② Anmeldetag: 3. 8. 95
②③ Offenlegungstag: 6. 2. 97

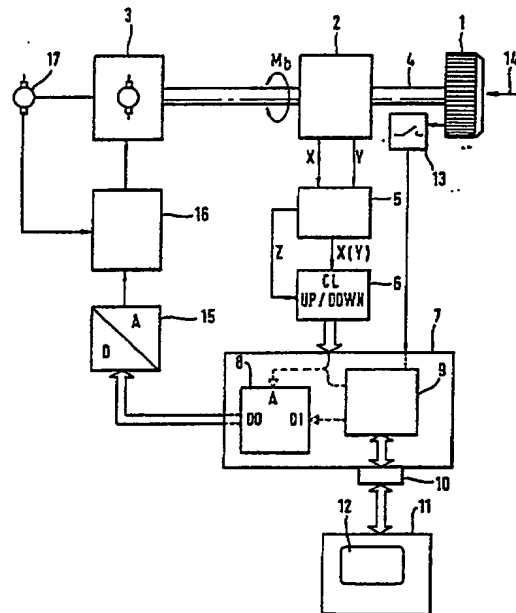
DE 195 28 457 A 1

⑦① Anmelder:
VDO Adolf Schindling AG, 60326 Frankfurt, DE

⑦② Erfinder:
Jakobs, Hasko, Dr., 65719 Hofheim, DE; Abel, Heinz
Bernhard, Dr., 63743 Aschaffenburg, DE

⑤④ Bedieneinrichtung

⑤⑦ Eine Bedieneinrichtung mit haptischer Rückmeldung zur manuellen Eingabe von Informationen in Geräte umfaßt ein Stellglied (1), dessen Stellung unter Einwirkung einer Betätigungskraft veränderbar ist und damit einen Wandler (2) zur Erzeugung von elektrischen Signalen verbunden ist, welcher die Stellung des Stellgliedes kennzeichnet. Mit diesem Stellglied ist ein Hemmelement (3) verbunden, das unter Steuerung durch die elektrischen Signale eine Kraft auf das Stellglied (1) ausübt, deren Größe von der Stellung des Stellgliedes abhängt. Das Hemmelement (3) weist zumindest zwei relativ gegeneinander bewegbare Flächen auf, zwischen denen ein Kraftübertragungsmedium vorgesehen ist, dessen Übertragungseigenschaften durch die elektrischen Signale veränderbar sind.



DE 195 28 457 A 1

Die Erfindung betrifft eine Bedienvorrichtung mit haptischer Rückmeldung zur manuellen Eingabe von Informationen in Geräte umfassend ein Stellglied, dessen Stellung unter Einwirkung einer Betätigungskraft veränderbar ist und das mit einem Wandler zur Erzeugung von elektrischen Signalen verbunden ist, welche die Stellung des Stellgliedes kennzeichnen und ein mit dem Stellglied verbundenes Hemmelement, das unter Steuerung durch die elektrischen Signale eine Kraft auf das Stellglied ausübt, deren Größe von der Stellung des Stellgliedes abhängt.

Bei einer aus der DE-A-42 05 875 bekannten Bedienvorrichtung dieser Art ist als Hemmglied ein Elektromotor vorgesehen, der zwar den Vorteil besitzt, daß er nicht nur eine Bewegungshemmung, sondern auch eine Bewegungsbeschleunigung durchführen kann, der aber schwer ist, hohe Ströme erfordert und einen großen Platzbedarf hat, was insbesondere bei der Anwendung in einem Kraftfahrzeug störend ist. Bei Bedienvorrichtungen dieser Art hat es sich herausgestellt, daß man auf die Bewegungsbeschleunigung durch den Antriebsmotor verzichten kann und dabei nur mit einer programmierbaren Hemmkraft auskommt, wenn hierdurch die oben erwähnten Nachteile des Elektromotors vermieden werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Bedienvorrichtung der eingangs erläuterten Art so auszugestalten, daß eine frei veränderbare haptische Rückmeldung mit geringem konstruktiven Aufwand bei geringem Platzbedarf verwirklicht werden kann.

Diese Aufgabe wird ausgehend von der weiter oben angegebenen Bedienvorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Hemmelement zumindest zwei relativ zueinander bewegbare Flächen aufweist, zwischen denen ein Kraftübertragungsmedium oder ein Kraftübertragungselement vorgesehen ist, dessen Übertragungseigenschaften durch die elektrischen Signale veränderbar sind. Hierfür geeignete Kraftübertragungsmedien oder Kraftübertragungselemente weisen ein relativ kleines Volumen und ein geringes Gewicht auf und erfordern außer für ihre programmierbare Ansteuerung nur geringfügig elektrische Energie, um den erwünschten haptischen Effekt zu erzielen. Da nach der Erfindung nur solche Medien oder Elemente als Hemmelemente zur Anwendung kommen, die in ihren Eigenschaften durch entsprechende elektrische Ansteuerung beliebig reproduzierbar veränderbar sind, ist das Hemmelement praktisch verschleißfrei.

In besonders vorteilhafter Weise kann das Kraftübertragungsmedium ein elektroviskoses Medium sein. Solche elektroviskosen Medien oder Flüssigkeiten weisen in Abhängigkeit von der Stärke des angelegten elektrischen Feldes eine variable Viskosität auf, die durch eine Orientierung von Molekülen zu langgestreckten Ketten innerhalb des Mediums bei Vorhandensein eines elektrischen Feldes bewirkt wird. Ohne ein solches elektrisches Feld sind die in dem Medium vorhandenen Moleküle statistisch verteilt. Die Viskositätsänderung wird dadurch erreicht, daß die beiden relativ zueinander bewegbaren Flächen elektrisch leitend sind, an die ein durch die elektrischen Signale gesteuertes Gleich- oder Wechselfeld anlegbar ist. In Abhängigkeit von der Stärke des elektrischen Feldes läßt sich der Widerstand bzw. die Hemmung bei der Bewegung des Stellgliedes in weiten Grenzen verändern, wodurch der gewünschte haptische Effekt erzielt ist.

In ähnlicher Weise kann bei Verwendung eines magnetviskosen Mediums dieses durch das Anlegen eines magnetischen Feldes beeinflußt werden.

Zum gleichen Zweck kann auch ein akustoviskoses Medium zur Anwendung kommen, das durch Ultraschall beeinflusbar ist, der durch mittels der elektrischer Signale angesteuerter piezoelektrische Elemente erzeugbar ist.

In vorteilhafter Weise können auch piezoelektrische oder magnetostruktive Elemente zum Einsatz kommen, die bei einer elektrischen Ansteuerung eine Volumenveränderung erfahren und sich somit für den Einsatz bei einem Stellelement eignen, bei dem die zueinander bewegbaren Flächen mit eng ineinandergreifenden feder- und nutartigen Führungsschienen versehen sind, an denen die piezoelektrischen oder magnetostruktiven Elemente angeordnet sind, die durch ihre Volumenveränderung eine Bremswirkung zwischen den einander zugeordneten Flächen der Führungsschienen hervorrufen.

Gegebenenfalls kann auch als Kraftübertragungselement eine elektromagnetisch betätigbare Bremse vorgesehen sein.

Eine Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß der Wandler ein Inkrementalgeber ist, der in Abhängigkeit vom jeweils zurückgelegten Weg und der Bewegungsrichtung des Stellgliedes Impulse erzeugt. Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, daß aus den Impulsen Adressen für eine in einem Speicher abgelegte Tabelle erzeugbar sind, in welcher Steuersignale für das Hemmelement als Funktion für die Adresse abgelegt sind.

Durch das Ablegen von Tabellen in einem Speicher oder durch Berechnung von Kennlinien in Echtzeit sind die verschiedensten haptischen Rückmeldungen realisierbar. Die Verwendung eines Inkrementalgebers ermöglicht eine vorteilhafte Kommunikation zwischen der erfindungsgemäßen Bedienvorrichtung und dem zu bedienenden Gerät mit Hilfe digitaler Signale.

Eine Anpassung der haptischen Rückmeldung an die bei dem jeweiligen Betriebszustand des zu bedienenden Gerätes vorhandene Situation ist gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung dadurch möglich, daß verschiedene Funktionen unter Steuerung eines an die Bedienvorrichtung angeschlossenen Gerätes in den Speicher ladbar sind. Zu dem gleichen Zweck kann auch vorgesehen sein, daß die Tabelle mehrere verschiedene Funktionen enthält, von denen jeweils eine Funktion über eine oder mehrere Binärstellen der dem Speicher zugeführten Adresse auswählbar ist.

Für viele Anwendungen der erfindungsgemäßen Bedienvorrichtung ist eine Ausführungsform vorteilhaft, die darin besteht, daß die Funktion im wesentlichen gleiche, periodisch wiederkehrende Abschnitte aufweist. Dadurch entsteht eine Bedienvorrichtung mit untereinander gleichen Rastschritten, bei der beispielsweise die Anzahl der Rastschritte an die jeweilige Bediensituation angepaßt werden kann.

Es können auch verschieden große Rastschritte gewählt werden, wobei ferner der Kraftaufwand von Rastschritt zu Rastschritt verschieden groß sein kann. So können beispielsweise zwei Rastpunkte, die betriebsmäßig häufig eingestellt werden, nahe beieinanderliegen und/oder durch eine geringe Rastkraft voneinander getrennt sein, während die Bewegung der Bedienvorrichtung in eine nur ausnahmsweise zu benutzende Stellung durch einen großen Weg und/oder eine große Gegenkraft erschwert wird.

Die Art der haptischen Rückmeldung kann gemäß anderen vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung

auch dadurch beeinflußt werden, daß die Form der Funktion innerhalb eines Abschnittes veränderbar ist und/oder daß die Extremwerte der Funktion veränderbar sind.

Eine Weiterbildung der Erfindung ist gekennzeichnet durch die Verbindung mit einem Gerät, das eine Anzeigeeinrichtung zur Darstellung von Auswahlmenüs mit Auswahlpunkten aufweist, wobei die Funktion in Abhängigkeit von der Anzahl und Lage der Auswahlpunkte des Menüs auf der Anzeigeeinrichtung steuerbar ist.

Durch diese Weiterbildung ist eine wesentliche Verbesserung der Bedienung von Geräten und Anlagen möglich, die eine Benutzerführung mit Hilfe von Auswahlmenüs umfassen. Dieses können beliebige elektronische Geräte sein, die über eine geeignete digitale Signalverarbeitung und über eine Anzeigeeinrichtung verfügen, beispielsweise eine Bildröhre oder einen LC-Bildschirm.

Um ein versehentliches Eingeben einer oder mehrerer vorgegebener Auswahlmöglichkeiten zu erschweren, ist bei einer vorteilhaften Ausführungsform dieser Weiterbildung vorgesehen, daß die Funktion derart ausgestaltet ist, daß eine gegen die Betätigungskraft wirkende Kraft des Hemmelementes so groß ist, daß durch das Stellglied nur die Auswahlpunkte ansteuerbar sind.

Durch einen mit dem Stellglied kombinierten Schalter ist die Auswahl der Auswahlpunkte in besonders einfacher Weise möglich, dessen Betätigungsrichtung von der Betätigungsrichtung des Stellgliedes abweicht.

Bei Verwendung von piezoelektrischen oder magnetostriktiven Elementen ist es besonders vorteilhaft, wenn das Stellglied aus ein oder mehreren ineinandergeschachtelten Kugelkalotten aufgebaut ist, bei denen jeweils benachbarte Kugelkalotten durch vorgegebene Führungsbahnen geführt sind und die Ausrichtung der verschiedenen Führungsbahnen in unterschiedlichen Richtungen verläuft.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß bei einer Veränderung des Kraftübertragungsmediums oder des Kraftübertragungselementes in Abhängigkeit von der Temperatur ein die Temperatur des Kraftübertragungsmediums oder des Kraftübertragungselementes erfassender Temperatursensor und ein damit verbundener Regelkreis zur temperaturabhängigen Spannungsveränderung der elektrischen Signale vorgesehen sind.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand verschiedener Ausführungsbeispiele erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild mit einem Stellglied, einem Hemmglied mit optischer Rückmeldung, der Auswert- und Steuerelektronik und dem zu bedienenden elektronischen Gerät;

Fig. 2 bis 6 verschiedene Ausführungsformen eines Hemmgliedes; und

Fig. 7 mehrere Diagramme jeweiliger Spannungsverläufe zur Einstellung verschiedener Drehmomente in Abhängigkeit vom Drehwinkel der Bedienvorrichtung.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt der mechanische Teil der Bedienvorrichtung einen Drehknopf 1, einen in Form eines Inkrementalgebers 2 ausgebildeten Wandler und ein Hemmelement 3 mit haptischer Rückmeldung, die über eine Welle 4 miteinander verbunden sind.

In an sich bekannter Weise erzeugt der Inkrementalgeber 2 pro Winkel-Inkrement der Welle 4 zwei Impulse X und Y, die gegeneinander phasenverschoben sind, woraus in einer Auswerterschaltung 5 die Drehrichtung

der Welle 4 bestimmt wird. Mit einem Drehrichtungssignal Z und einem der Impulse X bzw. Y wird ein Aufwärts-/Abwärts-Zähler 6 gesteuert, an dessen Ausgängen ein digitales Signal entsteht, welches die Winkelstellung des Drehknopfes 1 bezüglich einer an sich beliebigen Anfangsstellung beschreibt.

Der jeweilige Zählerstand wird in einen Mikrocomputer 7 eingegeben, der in an sich bekannter Weise aufgebaut ist und von dem lediglich die zum Verständnis notwendigen Teile, nämlich ein Schreib-/Lese-Speicher 8 zum Ablegen einer Tabelle, ein Mikroprozessor 9 und eine Schnittstelle 10 dargestellt sind. Die Schnittstelle 10 dient zur Verbindung mit dem zu bedienenden Gerät 11, das einen Bildschirm 12 aufweist.

Mit dem Drehknopf 1 ist ein Drucktaster 13 verbunden, der bei einem Druck auf den Drehknopf 1 in Richtung des Pfeiles 14 ein Signal an den Mikrocomputer 7 abgibt.

Ein Ausgang des Mikrocomputers 7 ist über einen Digital-Analog-Wandler 15 mit einer Steuerschaltung 16 für das Hemmelement 3 verbunden. Diese enthält an sich bekannte Endstufen und Ansteuerschaltungen. Der Steuerschaltung 16 wird auch ein Signal eines Temperatursensors zugeführt, der die Temperatur des Hemmelementes feststellt, wodurch eine temperaturabhängige Spannungsveränderung der elektrischen Signale zur Beeinflussung des Hemmelementes möglich ist.

Beim Einschreiben der jeweiligen Tabelle in den Schreib-/Lese-Speicher 8 erfolgt die Adressierung und die Zuführung der einzuschreibenden Daten vom Mikroprozessor 9.

Während der Bedienvorgänge erfolgt die Adressierung des Schreib-/Lese-Speichers 8 durch den Zähler 5, während von einem Ausgang DO die ausgelesenen Daten dem Digital-/Analog-Wandler 15 zugeführt werden. Ferner werden bei den Bedienvorgängen die Ausgangssignale des Zählers über den Mikroprozessor 9 und die Schnittstelle 10 dem zu bedienenden Gerät 11 zugeführt. Die verschiedenen Wege der Daten und Adressen sind im Mikrocomputer 7 gestrichelt dargestellt.

Bei Inbetriebnahme des Gerätes 11 oder bei einer Änderung des Betriebszustandes, welche eine andere Bedienung erfordert, werden vom Gerät 11 über die Schnittstelle 10 dem Mikrocomputer 7 Daten einer Tabelle zugeführt, die im Schreib-/Lese-Speicher 8 abgelegt werden. Der Inhalt derartiger Tabellen ist als Diagramm des jeweiligen Spannungsverlaufes zur Erzeugung eines entsprechend verlaufenden Bremsmomentes des Hemmelementes 3 als Funktion des Drehwinkels φ in Fig. 7 dargestellt. An den Schnittpunkten 18 bis 25 der Spannungsverlauf bzw. das Bremsmoment darstellenden Kurve in Fig. 7b mit der Nullachse befinden sich Rastpunkte der Bedienvorrichtung.

Wird, ausgehend von diesen Punkten der Drehwinkel φ manuell vergrößert, so setzt das Hemmelement 3 der Betätigungskraft am Drehknopf 1 ein Bremsmoment entgegen, das bestrebt ist, den Drehwinkel φ zu verkleinern. Die Bremsmomentverläufe können, wie aus Fig. 7 ersichtlich, dem jeweiligen Anwendungsfall angepaßt werden. Der Bremsmomentverlauf ist identisch mit dem Verlauf derjenigen Spannung, die von der Steuerschaltung 16 an das Hemmelement 3 zur Beeinflussung der haptischen Rückmeldung angelegt wird.

In den Fig. 2 bis 6 sind verschiedene Ausführungsbeispiele eines Hemmelementes mit einstellbarer bzw. programmierbarer haptischer Wirkung dargestellt. Das Grundprinzip solcher Hemmelemente besteht darin, daß zwischen zwei relativ gegeneinander bewegbaren

Flächen ein Kraftübertragungsmedium oder Kraftübertragungselement vorgesehen ist, dessen Übertragungseigenschaften durch elektrische Signale veränderbar sind.

Gemäß Fig. 2 ist in einem Stator, der ein Gehäuse 30 und darin mit Abstand zueinander angeordnete Scheiben 31 aufweist, ein Rotor vorgesehen, der eine Welle 32 und daran fest angeordnete Scheiben 33 umfaßt, wobei die Welle 32 durch zentrale Öffnungen 29 in den feststehenden Scheiben 31 hindurchgreift. Innerhalb des Gehäuses und somit auch zwischen den Scheiben 31 und 33 befindet sich ein Medium, dessen Viskosität durch Anlegen einer Spannung veränderbar ist. Zu diesem Zweck sind der aus dem Gehäuse 30 und den Scheiben 31 bestehende Stator und der aus der Welle 32 und den Scheiben 33 bestehende Rotor elektrisch leitend und gegeneinander isoliert ausgeführt. An entsprechende, mit 34 bezeichnete Anschlußklemmen läßt sich dann eine von der Steuerschaltung 16 gemäß Fig. 1 ausgehende Spannung anlegen, deren Verlauf aus Fig. 7 hervorgeht. Als Medien, deren Viskosität in der dargelegten Weise veränderbar sind, können Elektroviskose, Magnetoviskose, Akustoviskose oder ähnliche Medien zur Anwendung kommen. Bei Anlegen eines Erregungsfeldes zwischen Rotor und Stator wird die Viskosität des Mediums verändert, so daß an dem Dreh- oder Druckknopf ein haptisch spürbarer Hemmungs- oder Lockerungseffekt eingestellt werden kann.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Hemmelementes, welches sowohl in axialer als auch in radialer Richtung betätigbar ist. Hierbei ist in einem als Stator dienenden Gehäuse 35 von zylindrischer Gestalt an einer drehbar und verschiebbar gelagerten Welle 36 ein zylindrischer Rotor 37 angeordnet, der einen verhältnismäßig geringen Spalt 38 zwischen sich und dem Stator 35 aufweist, in welchem das durch elektrische Signale in seiner Viskosität beeinflussbare Medium vorhanden ist. Hierbei tritt die Bremswirkung zwischen Rotor und Stator durch Viskositätsveränderung der im Spalt 38 vorhandenen Flüssigkeit ein, woraus erkennbar ist, daß dieses Hemmelement aufgrund der drehbaren und verschiebbaren Lagerung der Welle und damit auch des Rotors 37 in axialer und radialer Richtung wirksam ist.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel eines Hemmelementes, bei welchem bei einem grundsätzlich entsprechend Fig. 2 aufgebauten Rotor und Stator mit der Welle 32 ein Meßkondensator 39 verbunden ist, der als Positionsmeßeinrichtung dient.

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 2 bis 4 sind jeweils elektroviskose Füllungen vorgesehen.

Fig. 5 zeigt ein Beispiel eines Hemmelementes entsprechend der Ausgestaltung nach Fig. 4 mit einer magnetoviskosen Füllung, zu deren Beeinflussung eine elektrische Spule 40 an der Außenseite des Stators 30 vorgesehen ist, an die über Anschlußklemmen 34 eine elektrische Spannung zur Erzeugung eines Magnetfeldes anlegbar ist.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 ist ein Betätigungselement gezeigt, welches gleichzeitig das Hemmelement umfaßt. Hierbei sind einzelne ineinandergreifende Schalen 41 und 42 vorgesehen, die durch feder- und nutartige Führungsschienen 43 und 44 gegeneinander geführt sind, an denen piezoelektrische oder magnetostruktive Elemente in Form von Folien angebracht sind. Diese piezoelektrischen oder magnetostruktiven Elemente können durch elektrische Signale angesteuert werden, wobei sie durch die entsprechende elektrische Beeinflussung ihr Volumen vergrößern oder

verkleinern und damit eine Bremswirkung zwischen den Führungsschienen 43, 44 hervorrufen. Durch Anordnung mehrerer solcher ineinandergeschachtelter Schalen mit entsprechenden Führungsschienen, die in unterschiedlichen Richtungen verlaufen, lassen sich haptische Rückwirkungen in verschiedenen Bewegungsrichtungen erzielen. Dabei sind die Kräfte, die benötigt werden, um ein solches Betätigungselement zu bedienen, geringer, als bei einem Drehknopf, weil der Kraftschluß zur Hand geringer ist. Der Vorteil eines solchen haptisch programmierbaren Betätigungselementes ist die Möglichkeit der schnellen und zielgenauen Bewegung eines Cursors in einem Bildschirmmenü, weil Bewegungen des Bedienelementes, die dem Menü nicht entsprechen, vom Programm her ausgeschlossen werden können.

Patentansprüche

1. Bedienvorrichtung mit haptischer Rückmeldung zur manuellen Eingabe von Informationen in Geräte, umfassend ein Stellglied, dessen Stellung unter Einwirkung einer Betätigungskraft veränderbar ist und das mit einem Wandler zur Erzeugung von elektrischen Signalen verbunden ist, welche die Stellung des Stellgliedes kennzeichnen und ein mit dem Stellglied verbundenes Hemmelement, das unter Steuerung durch die elektrischen Signale eine Kraft auf das Stellglied ausübt, deren Größe von der Stellung des Stellgliedes abhängt, dadurch gekennzeichnet, daß das Hemmelement (3) zumindest zwei relativ gegeneinander bewegbare Flächen (31, 33; 43, 44) aufweist, zwischen denen ein Kraftübertragungsmedium oder Kraftübertragungselement vorgesehen ist, dessen Übertragungseigenschaften durch die elektrischen Signale veränderbar sind.
2. Bedienvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftübertragungsmedium ein elektroviskoses Medium ist.
3. Bedienvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden relativ zueinander bewegbaren Flächen (31, 33) elektrisch leitend sind, an die ein durch die elektrischen Signale gesteuertes elektrisches Gleich- oder Wechselfeld anlegbar ist.
4. Bedienvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftübertragungsmedium ein magnetoviskoses Medium ist.
5. Bedienvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß an die beiden relativ zueinander bewegbaren Flächen (31, 33) ein magnetisches Feld anlegbar ist.
6. Bedienvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftübertragungsmedium ein akustoviskoses Medium ist.
7. Bedienvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das akustoviskose Medium durch Ultraschall beeinflussbar ist, der durch mittels der elektrischen Signale angesteuerter piezoelektrischer Elemente erzeugbar ist.
8. Bedienvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftübertragungselement ein piezoelektrisches Element ist.
9. Bedienvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftübertragungselement ein magnetostruktives Element ist.
10. Bedienvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die relativ zueinander bewegbaren Flächen mit eng ineinandergreifenden

feder- und nutartigen Führungsschienen (43, 44) versehen sind, an denen piezoelektrische oder magnetostruktive Elemente, die durch die elektrischen Signale ansteuerbar sind, angeordnet sind.

11. Bedienvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftübertragungselement eine elektromagnetisch betätigbare Bremse ist.

12. Bedienvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandler (2) ein Inkrementalgeber ist, der in Abhängigkeit vom jeweils zurückgelegten Weg und der Bewegungsrichtung des Stellgliedes (1) Impulse erzeugt.

13. Bedienvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Impulsen Adressen für eine in einem Speicher (8) abgelegte Tabelle erzeugbar sind, in welcher Steuersignale für das Hemmelement (3) als Funktion von der Adresse abgelegt sind.

14. Bedienvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß verschiedene Funktionen unter Steuerung eines an die Bedienvorrichtung angeschlossenen Gerätes (11) in den Speicher (8) ladbar sind.

15. Bedienvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Tabelle mehrere verschiedene Funktionen enthält, von denen jeweils eine Funktion über eine oder mehrere Binärstellen der dem Speicher (8) zugeführten Adresse auswählbar ist.

16. Bedienvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion im wesentlichen gleiche, periodisch wiederkehrende Abschnitte aufweist.

17. Bedienvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Form der Funktion innerhalb eines Abschnittes veränderbar ist.

18. Bedienvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Extremwerte der Funktion veränderbar sind.

19. Bedienvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verbindung mit einem Gerät (11), das eine Anzeigeeinrichtung (12) zur Darstellung von Auswahlmenüs mit Auswahlpunkten aufweist, wobei die Funktion in Abhängigkeit von der Anzahl und Lage der Auswahlpunkte des Menüs auf der Anzeigeeinrichtung steuerbar ist.

20. Bedienvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion derart ausgestaltet ist, daß eine gegen die Betätigungskraft wirkende Kraft des Hemmelementes (3) so groß ist, daß durch das Stellglied nur die Auswahlpunkte ansteuerbar sind.

21. Bedienvorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, gekennzeichnet durch einen mit dem Stellglied (1) kombinierten Schalter (13) zur Auswahl der Auswahlpunkte, dessen Betätigungsrichtung von der Betätigungsrichtung des Stellgliedes abweicht.

22. Bedienvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied aus ein oder mehreren ineinandergeschachtelten Kugelkalotten (41, 42) aufgebaut ist, bei denen jeweils benachbarte Kugelkalotten durch vorgegebene Führungsbahnen (43, 44) geführt sind und die Ausrichtung der verschiedenen Führungsbahnen in unterschiedlichen Richtungen verläuft.

23. Bedienvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Ver-

änderung des Kraftübertragungsmediums oder des Kraftübertragungselementes in Abhängigkeit von der Temperatur ein die Temperatur des Kraftübertragungsmediums oder des Kraftübertragungselementes erfassender Temperatursensor (17) und ein damit verbundener Regelkreis (16) zur temperaturabhängigen Spannungsveränderung der elektrischen Signale vorgesehen sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

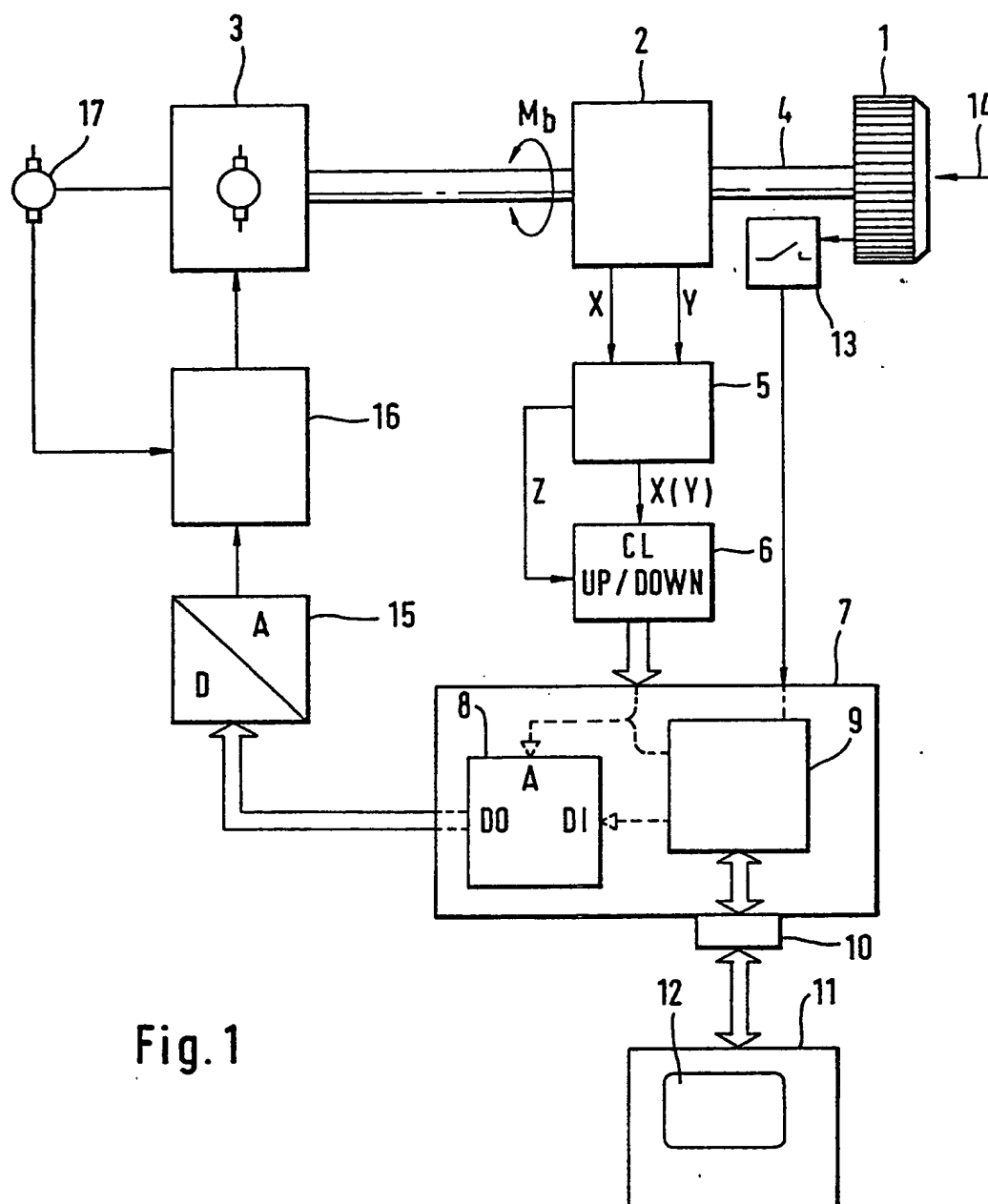


Fig. 2

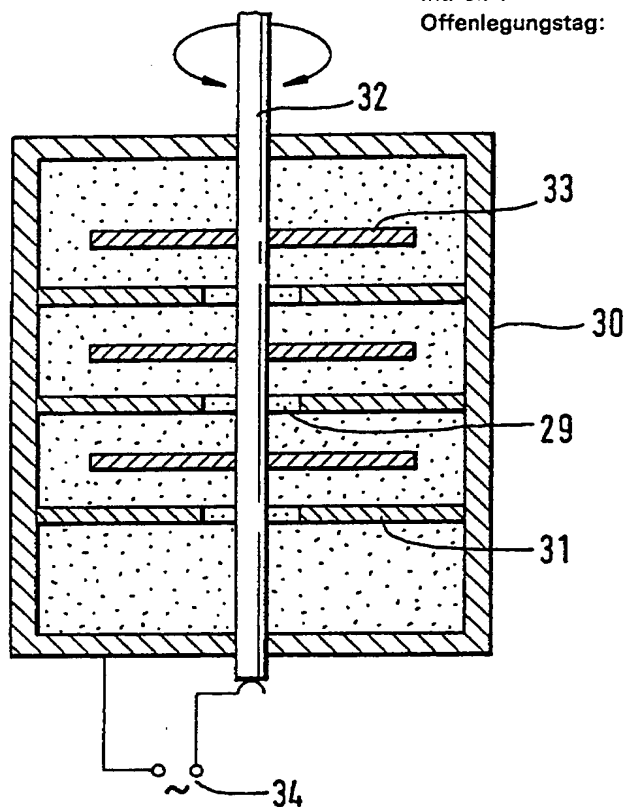


Fig. 3

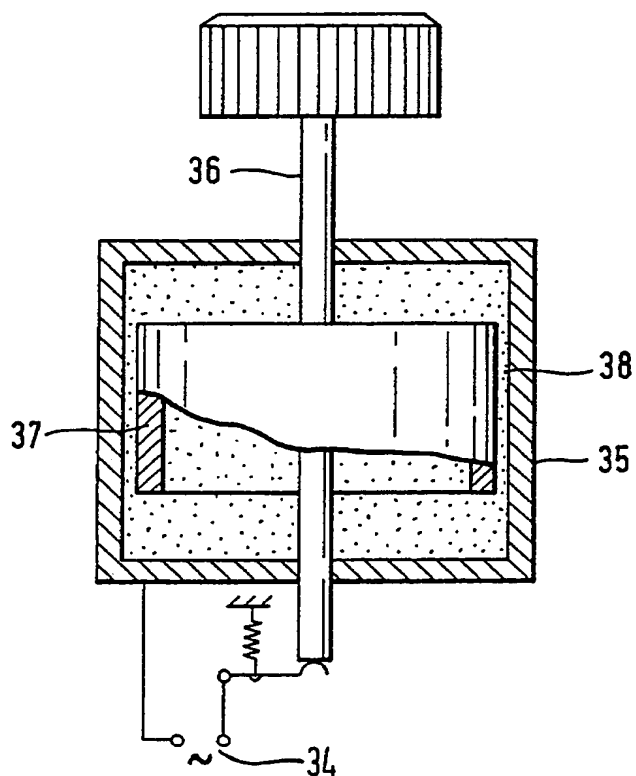


Fig. 4

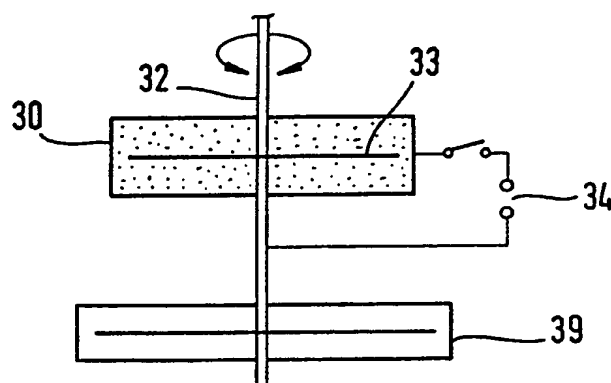


Fig. 5

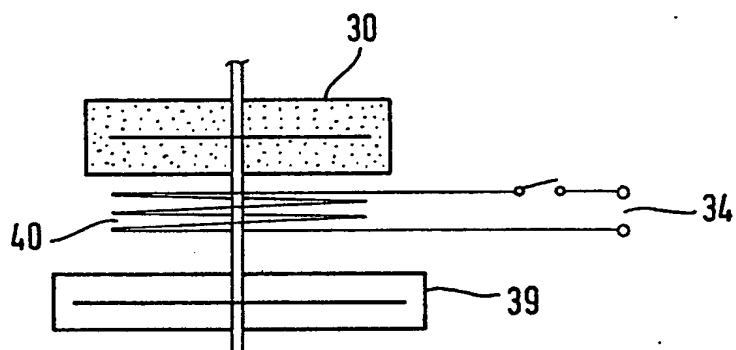
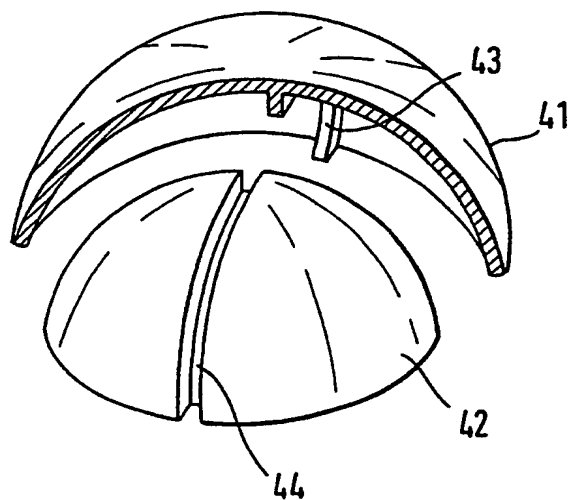


Fig. 6



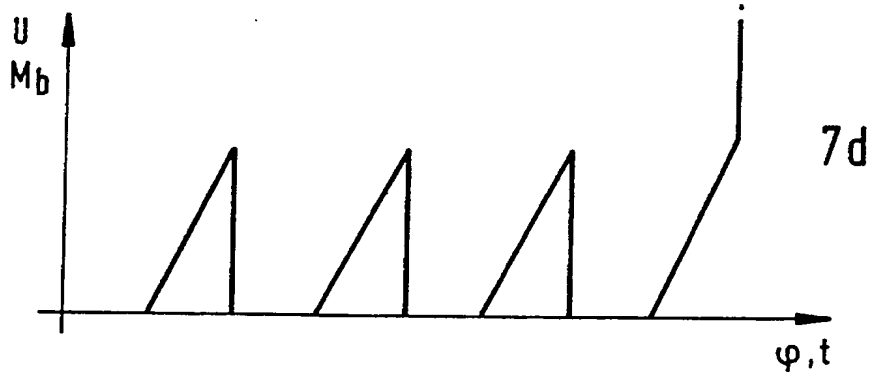
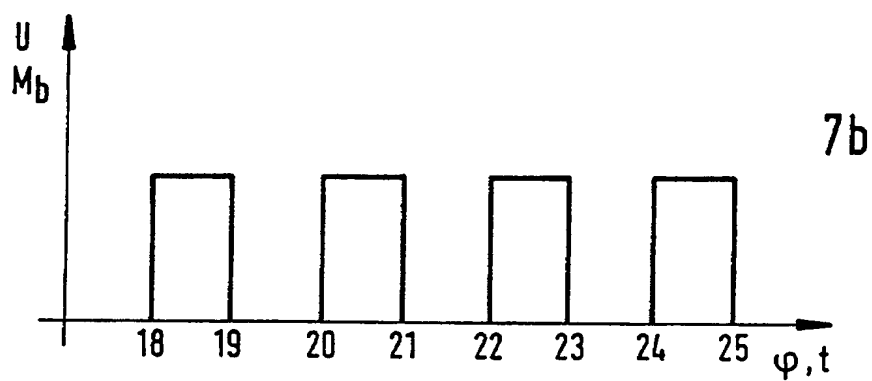
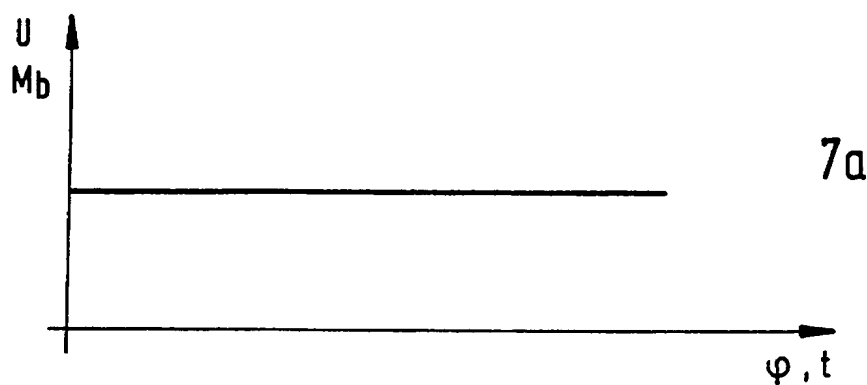


Fig. 7

Electronically controlled rotary fluid-knob as a haptical control element

Patent Number: ☐ [US2002057152](#)
Publication date: 2002-05-16
Inventor(s): ELFERICH REINHOLD (DE); LUERKENS PETER (DE)
Applicant(s):
Requested Patent: ☐ [DE10029191](#)
Application Number: US20010883443 20010618
Priority Number(s): DE20001029191 20000619
IPC Classification: H01F7/08
EC Classification: [H03K17/97](#)
Equivalents: ☐ [EP1168622](#), ☐ [JP2002108470](#)

Abstract

The present invention relates to a control element having a rotary knob (4), having a magnetic circuit and having at least one coil (1). The rotary knob (4) is supported so as to be rotatable with respect to at least a part of the magnetic circuit, the gap (5) present between the rotary knob (4) and the magnetic circuit is filled with a magnetorheologic fluid, and the coil (1) is arranged to exert a variable braking action on the rotary knob (4)

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 29 191 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 01 H 19/20
// G05B 19/04

⑲ Aktenzeichen: 100 29 191.0
⑳ Anmeldetag: 19. 6. 2000
㉔ Offenlegungstag: 20. 12. 2001

DE 100 29 191 A 1

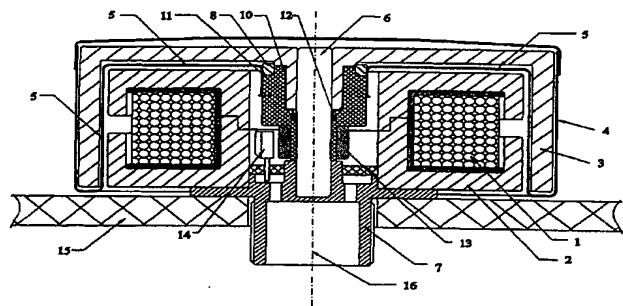
⑦① Anmelder:
Philips Corporate Intellectual Property GmbH,
22335 Hamburg, DE

⑦② Erfinder:
Elferich, Reinhold, Dipl.-Ing., 52066 Aachen, DE;
Lürkens, Peter, Dr., 52080 Aachen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Elektronisch gesteuerter Flüssigkeitsdrehknopf als haptisches Bedienelement**

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bedienelement mit einem Drehknopf (4), mit einem Magnetkreis und mit mindestens einer Spule (1). Es ist vorgesehen, dass der Drehknopf (4) bezüglich mindestens eines Teils des Magnetkreises drehbar gelagert ist, dass der zwischen Drehknopf (4) und Magnetkreis befindliche Spalt (5) mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit gefüllt ist und dass die Spule (1) dazu vorgesehen ist, eine variable Bremswirkung am Drehknopf (4) hervorzurufen.



DE 100 29 191 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bedienelement mit einem Drehknopf, mit einem Magnetkreis und mit mindestens einer Spule.

[0002] Die Verwendung magnetischer Flüssigkeiten ist aus KR-A-9502031 bekannt. Es handelt sich dabei um einen Drehschalter, der aus einem Zylinder besteht, welcher auf einer drehbaren Welle befestigt und mit einem magnetischen Fluid gefüllt ist. Der Schalter trennt und verbindet einen elektrischen Kontakt mittels der auf einen Hebel übertragenen Drehbewegung des magnetischen Fluids.

[0003] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bedienelement zu schaffen, welches dem Benutzer eine haptische Rückmeldung verschafft. Die haptische Rückmeldung soll dabei von einem festen Anschlag über spürbare Rastungen bis zu leichten Vibrationen reichen. Außerdem soll das Bedienelement möglichst wenig elektrische Energie verbrauchen.

[0004] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Drehknopf bezüglich zumindest eines Teils des Magnetkreises drehbar gelagert ist, dass der zwischen Drehknopf und Magnetkreis befindliche Spalt mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit gefüllt ist und dass die Spule dazu vorgesehen ist, eine variable Bremswirkung am Drehknopf hervorzurufen. Der Magnetkreis, welcher die magnetorheologische Flüssigkeit umgibt, kann dabei einteilig ausgeführt sein oder mehrteilig. Dadurch lassen sich unterschiedliche Größen von Drehknöpfen einfach realisieren. Der Drehknopf kann mit unterschiedlicher Intensität und Länge gebremst werden, je nachdem ob ein Anschlag simuliert wird oder ein Rastgefühl zu spüren sein soll. Der Aufbau erweist sich dabei als sehr robust besonders im Vergleich zu einem herkömmlichen Drehknopf, dessen Antrieb ein Elektromotor mittels eines Getriebes übernimmt. Außerdem sind die Kräfte, die ein Elektromotor ausüben kann, trotz Getriebe um ein Vielfaches geringer, wodurch der simulierte Anschlagpunkt vom Benutzer leicht überdreht werden kann. Des weiteren verbraucht ein Elektromotor deutlich mehr Strom, was den Einsatz bei portablen Geräten wie Mobiltelefonen unmöglich macht.

[0005] Die Ausgestaltung nach Anspruch 2 zeichnet sich dadurch aus, dass sie mit dünnwandigen weichmagnetischen Teilen auskommt, was das Bauvolumen und das Gewicht verkleinert. Trotzdem ist das radial verlaufende Magnetfeld stark genug, die magnetorheologische Flüssigkeit so in ihrer Viskosität zu verändern, dass dem Benutzer das Gefühl eines nicht zu überdrehenden Anschlag vermittelbar ist.

[0006] Mit der Ausführungsform nach Anspruch 3 wird verhindert, dass die magnetorheologische Flüssigkeit den Spalt verlässt. Dazu ist es notwendig, die in der Flüssigkeit vorhandenen festen Bestandteile wie Metallspäne mittels magnetischer Kräfte vom unmittelbaren Lagerbereich fernzuhalten, das sie sonst das Lager verstopfen und Bremswirkungen hervorrufen, was nach kurzer Betriebsdauer zu einer Zerstörung des Lagers führt. Mit einem Dichtungselement wird zugleich verhindert, dass die Trägersubstanz der Flüssigkeit, die zumeist aus Wasser oder Öl besteht, aus dem Spalt austritt.

[0007] Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 4 ist es möglich, die Lagerung des Drehknopfs ohne zusätzliche mechanische Lager vorzunehmen. Hierbei umschließt der Drehknopf den nicht beweglichen Stator der Art, dass ein Abziehen des Drehknopfs von dem Stator nicht möglich ist. Damit schwimmt der Drehknopf auf der magnetorheologischen Flüssigkeit im Spalt zwischen Drehknopf und dem Stator, was eine verschleißfreie Lagerung ermöglicht.

[0008] Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 5 kann der Drehknopf an jedem Elektrogerät angebracht werden, da er nicht in das Gehäuse hineinragt und so im Innern des Geräts keinen zusätzlichen Platz benötigt.

5 [0009] Die Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 6 und 7 erlauben eine genaue Positionsermittlung des Drehknopfs. Mit den eingesetzten Hallsensoren, welche von einem Magnetfeld durchflutet werden, kann der volle Drehbereich von 360° hinreichend genau aufgelöst werden, wobei der Sensor auch die Anzahl der Umdrehungen erfassen kann, wenn der 10 Drehwinkel mehr als 360° beträgt. Außerdem arbeiten die Sensoren berührungslos und damit verschleißfrei und lassen sich gut in den Drehknopf integrieren. Weist der Drehknopf eine Tastfunktion in axialer Richtung auf, so kann mit den 15 selben Hallsensoren auch der Zustand "gedrückt" oder "nicht gedrückt" ermittelt werden, da die Hallsensoren je nach Tasterstellung unterschiedlich stark vom Magnetfeld durchflutet werden.

[0010] In den Ansprüchen 8 bis 11 werden vorteilhafte 20 Ausgestaltungen beschrieben, welche sich auf die elektronische Ansteuerung des Drehknopfs beziehen. Durch eine solche elektronische Ansteuerung ist es möglich, die unterschiedlichsten Rückmeldungen durch den Drehknopf zu programmieren. Je nach dem, wo das Bedienelement eingesetzt wird, kann es unterschiedliche Funktionen wahrnehmen und unterschiedliche Rückmeldungen erzeugen. So ist es möglich, für einen bestimmten Drehwinkel das Gefühl eines Anschlags zu vermitteln, so dass dieser Drehwinkel nicht überschritten wird. Dazu wird ein Drehwinkel programmiert, ab dem die Spule des Drehknopfs unter Strom 25 gesetzt wird, wodurch eine starke Bremswirkung auftritt. Dazu wird der über die Hallsensoren ermittelte aktuelle Drehwinkel mit dem einprogrammierten Drehwinkel des Anschlagspunkts verglichen und beim Erreichen dieses 30 Punkts der Strom für die Spule eingeschaltet. Da der Benutzer den Drehknopf oft mit Schwung und überhöhter Kraft etwas über den Anschlagpunkt hinausdrehen kann, ist eine Funktion vorgesehen, die sicherstellt, dass die Bremswirkung des Drehknopfs sofort aufgehoben wird, wenn dieser 35 in die Gegenrichtung gedreht wird. Ohne diese Funktion entstünde beim Benutzer kurzzeitig das Gefühl, dass der Drehknopf festklebt, da die Bremswirkung erst wieder beim Erreichen des Anschlagspunkts aufgehoben würde. Es ist auch möglich dem Benutzer das Gefühl eines Einrastens des 40 Drehknopfs zu vermitteln, in dem der Drehknopf kurz abgebremst wird. Je nach Bremsfrequenz kann dieses Gefühl des Einrastens in Vibrationen übergehen.

[0011] Die Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 12 und 13 betreffen besonders vorteilhafte Einsatzgebiete des erfindungsgemäßen Drehknopfs. So eignet sich der Drehknopf 50 hervorragend dazu, graphische Benutzeroberflächen zu steuern. Bei jedem Menüpunkt spürt der Benutzer ein kurzes Klicken, welches je nach Wichtigkeit des einzelnen Menüpunkts unterschiedlich stark ausfallen kann. Dies ist besonders in Fahrzeugen von Vorteil, da hier der Fahrzeugführer die Benutzeroberfläche während der Fahrt blind steuern kann, indem er sich ausschließlich auf die haptische Rückmeldung des Drehknopfs verlässt. Dadurch muss er den Blick nicht von der Straße abwenden, was die Verkehrssicherheit erhöht. Gleichzeitig lässt sich so die Anzahl der 55 Knöpfe und Schalter eines Cockpits stark reduzieren, da der Drehknopf beliebig viele Funktionen wahrnehmen kann. Außerdem eignet sich das Bedienelement auch für den Einsatz in tragbaren Geräten wie Mobiltelefonen, da es sehr wenig Strom verbraucht.

[0012] Mit der Ausgestaltung nach Anspruch 14 lässt sich die Benutzerfreundlichkeit weiter erhöhen. So kann eine synthetische Stimme das Erreichen eines mit dem Dreh-

knopf ausgewählten Menüpunkts der graphischen Benutzeroberfläche mit Worten kommentieren, wodurch der Fahrer eine eindeutige und zweifelsfreie Bestätigung der ausgewählten Menüpunkte erhält.

[0013] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend an Hand von Figuren näher erläutert. Es zeigen

[0014] Fig. 1 einen Drehsteller in Spaltrohrausführung für den Einbau in eine Gehäusewand,

[0015] Fig. 2 zeigt einen weiteren Drehsteller,

[0016] Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform eines Drehstellers,

[0017] Fig. 4 das Schaubild eines Algorithmus zur Simulation eines haptischen Anschlags,

[0018] Fig. 5 die zeitlichen Verläufe der Signale, welche der Algorithmus verarbeitet und

[0019] Fig. 6 den zeitlichen Verlauf des Positionssignals im Rastbetrieb.

[0020] Der in Fig. 1 gezeigte Drehsteller in Spaltrohrausführung ist für den Einbau in eine Gehäusewand 15 vorgesehen. Der Drehsteller ist im wesentlichen bezüglich einer Achse 16 achsensymmetrisch aufgebaut und besitzt eine Ringspule 1, welche in einem weichmagnetischen Jochring 2 untergebracht ist, der im Bereich zwischen seinen inneren Polschuhen und einem äußeren weichmagnetischen Ring 3 ein radial verlaufendes Magnetfeld erzeugt. Der Jochring 2 stellt somit zusammen mit dem weichmagnetischen Ring 3 einen Magnetkreis da. Der Ring 3 ist über eine Achse 6 und eine Grundplatte 7 mit dem Jochring 2 fest verbunden und nicht drehbar. Dagegen ist ein dünnwandiges Stellrad 4, welches den Ring 3 umschließt, drehbar ausgeführt. Das Stellrad 4 kann z. B. als zweiteiliges Tiefziehteil in Form einer Dose oder eines Deckels hergestellt werden. Die zwischen dem Ring 3 und dem Stellrad 4 vorhandenen Spalte 5 sind dabei mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit gefüllt. Unter einer magnetorheologischen Flüssigkeit wird eine Flüssigkeit verstanden, die ihre Viskosität unter Einwirkung eines Magnetfeldes verändert. Wird nun die Spule 1 unter Strom gesetzt, erhöht sich die Schubspannung zwischen dem Stellrad 4 und dem feststehenden Ring 3, wodurch eine Bremswirkung erzielt wird.

[0021] Auch die Ausführung nach Fig. 2 ist im wesentlichen symmetrisch zu einer Achse 16 aufgebaut. Allerdings ist hier das Stellrad 4, welches als Rückschlusseisenring dient, ein drehbarer Bestandteil des Magnetkreises. Das Stellrad 4 umschließt die feststehende Anordnung aus Joch-eisen 2a, Spulen 1 und mehreren Jochringen 2. Auch hier wird ein radial verlaufendes Magnetfeld erzeugt, welches sich im Spalt 5 zwischen den Jochringen 2 und dem Stellrad 4 befindet. In diesem Spalt 5 ist eine magnetorheologische Flüssigkeit vorhanden. Im Unterschied zu der Anordnung nach Fig. 1 ist hier der Magnetkreis längs der Achse 16 mehrpolig ausgeführt, wobei der Wicksinn von Spule zu Spule wechselt. Durch die mehrpolige Anordnung können die weichmagnetischen Teile dünnwandiger ausgeführt werden.

[0022] Im Spalt 10 befindet sich eine zweiteilige Wellendichtung. Ein Ring 8 aus hartmagnetischem Material sorgt dafür, dass die in der magnetorheologischen Flüssigkeit vorhandenen feinen Metallspäne nicht in den inneren Dichtungs- und Lagerbereich gelangen. Da bei derartigen Fluiden wegen der Größe ihrer Metallpartikel eine Entmischung von der Trägersubstanz (Öl, Wasser) grundsätzlich vorkommen kann, wird ein weiteres Dichtungselement 12 zum Zurückhalten der Trägersubstanz eingesetzt. Der Magnetdicht-ring 8 und der vorzugsweise aus Kunststoff bestehende Dicht-ring 12 werden von einem Dichtungsträger 11 gehalten, welcher ferner den beweglichen Teil einer Drehwinkel-

sensorik trägt. Die Sensorik führt eine magnetische Positionserfassung mit zwei Hallsensoren 14 und einem Sensor-magnetrad 13 durch. Um eine kontinuierliche Auflösung bei einem Drehwinkel von bis zu 360° zu erreichen, ist das Magnetrad 13 quer zu seiner Drehachse magnetisiert. Als Material des Drehrads reicht preiswertes hartmagnetisches Plastoferit. Die Jochringe 2 bilden den Magnetkreisrück-schluss der Sensoren 14. Die Hallsensoren 14 sind fest mit der Grundplatte 7 verbunden und sind jeweils magnetisch und hier auch geometrisch um 90° gegenüber der Achse 16 versetzt angeordnet. Die Auswertung der Phasenlagen der Sensorsignale ergibt die Position.

[0023] In einer weiteren Ausführung kann auch der Rotor 1a selbst magnetisch sein und somit den magnetischen Rückschluss darstellen. In diesem Fall kann auf den Rückschluss 2a verzichtet werden; ferner entsteht nur auf der Außenseite des Rotors 1a die gewünschte Scherwirkung. Allerdings ist der magnetisch zu durchflutende Spalt 5 hierbei kürzer. Das Rotorteil 1a (in den oben beschriebenen Ausprägungen) kann auch als Außenläufer gestaltet sein. D. h., der Flüssigkeitsspalt 5 befindet sich radial außerhalb des die Ankerwicklung 7 tragenden Statorteils 2.

[0024] In einer erweiterten Ausführung sind das Stellrad 4 sowie das Ensemble 3, 8, 11, 13 bezüglich der Grundplatte 7 axial um wenige Millimeter beweglich, wodurch eine Tastfunktion realisierbar ist. Die Verbindung zwischen der Achse 6 und der Grundplatte 7 weist dabei eine Verdreh-sicherung auf. Die Tastfunktion kann nun mit derselben Sensoranordnung detektiert werden. Hierzu wird das Magnetrad 13 axial derart angeordnet, dass es in der Grundposition axial nur teilweise die Hallsensoren 14 durchflutet, während es in der Endstellung vollständig in den Sensorbereich eintaucht und die Sensoren 14 damit stärker durchflutet. Beide überlagerten Bewegungen lassen sich unabhängig voneinander auswerten, indem der Drehwinkel über die Phasenlage der Sensorsignale detektiert wird. Dies ist z. B. in dem IC UZZ9000 von Philips mit Hilfe des Cordic Algorithmus realisiert. Dieser bewertet die beiden Sensorsignale als einen Punkt auf einer kreisförmigen Ortskurve, dessen Phasenlage er berechnet. In weiten Bereichen ist dies von den Amplituden der Sensorsignale unabhängig. Dadurch kann ohne zusätzlichen Sensor eine Bewegung in Axialrichtung detektiert werden. Bei der beschriebenen Anordnung von Sensoren 14 und Magnetrad 13 führt eine solche Bewegung zu einer gezielten Vergrößerung des Radius der Sensorsignals-orts-kurve, welche leicht ermittelt werden kann.

[0025] Fig. 3 zeigt einen Drehsteller mit einem geblechten Statorteil 2, welches aus weichmagnetischem Material besteht, eine Ankerwicklung 1 trägt und ein radial verlaufendes Magnetfeld in einem magnetisch wirksamen Spalt 5 zwischen Statorteil 2 und 2a erzeugt. Auch das Statorteil 2a besteht aus einem weichmagnetischen Material. Im Spalt 5 befindet sich ein ringförmiger, nichtmagnetischer Rotor 1a, der über eine Welle 6 mit einem glockenförmigen Bedien-körper 4 verbunden ist. Ferner befindet sich im Spalt 5 eine magnetisch wirksame Flüssigkeit. Die Statorteile 2, 2a sind mittels geeigneter Halteflansche 7a mit der Gehäuse-/Montagewand 7 verbunden. Die elektrischen Verbindungen zwischen Drehsteller und Antriebselektronik, werden durch Hülsen 7b geführt. Der Rotor 1a wird bezüglich des Stators 2 mittels geeigneter Vorrichtungen gelagert. Ferner befindet sich im Bereich der Wellendurchführung der Welle 6 durch die Flüssigkeitsbehälterwand eine geeignete Dichtung 12. Die Positionserfassungssensorik kann im Bereich 14a ausgeführt werden. Diese Bauweise ermöglicht auch den Verzicht auf herkömmliche Lager, da hier der Drehknopf 4 und die an ihm befestigte T-förmige Achse 6 in der magnetorheologischen Flüssigkeit gelagert werden. Auf Grund der

Form der Achse 6 kann diese den Spalt 5 nicht verlassen.

[0026] In einer erweiterten Ausführung wird die Spule 1 während des Klemmvorgangs nicht kontinuierlich unter Strom gesetzt, sondern durch einen Pulsgenerator PG mittels Pulsweiten-Modulation (PWM) getaktet. Das PWM-Muster wird charakterisiert durch seine Frequenz f und seinen Tastgrad d . Die Frequenz f liegt dabei oberhalb des haptisch relevanten Bereichs (> 1 kHz). Ein solcher Bereich erleichtert auch die Detektion des Drehsinns, da ein in den Drehsteller geleitetes Drehmoment zu stärker ausgeprägten Mikroschrittbewegungen führt, wodurch aufgrund des Hochpassfilters HF die Empfindlichkeit der gesamten Anordnung steigt.

[0027] Nachfolgend wird ein in Fig. 4 dargestellter Algorithmus zur haptischen Darstellung eines programmierbaren Anschlags beschrieben. Dieser ist in Form einer diskreten Schaltung oder eines Programms, welches auf einem Signalprozessor abläuft, zu verwirklichen. Die Drehwinkelposition des Rotors pos wird mittels eines Drehwinkelsensors 20 in ein drehwinkelrepräsentierendes Signal Spos umgesetzt. Dieses Signal wird mit einem von einer Betriebssteuerung 26 vorgegebenen Referenzsignal SL mittels eines Komparators 23 verglichen. Befindet sich die Rotorposition im durch SL gegebenen Anschlagbereich, erzeugt dies das Freigabesignal Sbr0 . Die Höhe der Bremskraft kann beispielsweise über das Tastverhältnis eines Signals $\text{Vpwm}(t)$ moduliert werden. Das Bremssignal Sbr setzt über einen Leistungsverstärker 24 die Ankerwicklung 1 unter Strom. [0028] Würde der Bremsvorgang ausschließlich auf diese Weise gesteuert, ergäbe sich der Nachteil, dass ein fortwährendes Bremsmoment aufgebracht würde, welches sich beim Herausdrehen des Drehknopfs aus der durch SL bestimmten Anschlagposition den Eindruck eines Festhaltens hervorrufen würde. Daher wird aus dem Positionssignal Spos mittels eines Hochpassfilters 21 ein Signal Sdpos erzeugt, welches der Änderung der Bewegung bezüglich der Zeit entspricht. Dieses wird mit einem über die Bewegungssteuerung 26 vorgegebenen Signal SdirL verglichen. Stimmen beide Signale (Sdpos und SdirL) dem Vorzeichen nach überein und ist der Bremsvorgang ferner über Sbr0 freigegeben, wird die Ankerwicklung 1 unter Strom gesetzt und damit der Bremsvorgang eingeleitet. Über eine Verbindung zu einer übergeordneten Anwendungssteuerung 25, welche die Betriebsart wählt (Rastbetrieb, Bremsbetrieb) und die eingestellten Positionen auswertet, erfolgt die Einbindung in die Gerätesteuerung.

[0029] Die Signalverläufe in Fig. 5 zeigen schematisch und beispielhaft einen Bremsvorgang:

Zum Zeitpunkt t_1 erreicht das Positionssignal Spos den Anschlagbereich SL . Die Bremsung erfolgt, da gleichzeitig die Drehrichtung Sdpos der Vorgabe (hier positiv) entspricht. Der Rotor dreht sich um einen kleinen Winkel über den Vorgabewert SL hinaus. Der genaue Betrag hängt von der Drehbeschleunigung zum Zeitpunkt t_1 und dem eingestellten Bremsstrom ab. Zum Zeitpunkt t_2 ist der Rotor zum Stillstand gekommen. Der Bremsstrom geht zurück. Im Zeitpunkt t_3 findet eine weitere Bewegung gegen den Anschlag statt, die unmittelbar eine erneute Versorgung der Ankerwicklung mit Strom bewirkt. Zum Zeitpunkt t_4 steht der Rotor. Eine Bewegung aus dem Anschlag heraus führt im Zeitpunkt t_5 nicht zu einer Stromzufuhr zur Ankerwicklung, da die Vorzeichenbedingung für Sdpos nicht erfüllt ist. Im Zeitpunkt t_6 verlässt der Rotor wieder den Anschlagbereich.

[0030] In Fig. 6 ist der Signalverlauf von Spos für den Fall dargestellt, dass sich der Drehknopf 4 im Betriebsmodus Rasten befindet. Hierzu wird eine im wesentlichen positionabhängige Bremswirkung erzeugt. Diese Bremsfunktion ist in der Steuerungselektronik abgespeichert. In Abhängig-

keit des gemessenen Positionssignals Spos werden die Ankerspulen 1 der Art mit Strom versorgt, dass die gewünschte Bremswirkung des Drehknopfs 4 eintritt. Dreht der Benutzer am Knopf 4, so bewirkt das beim Benutzer ein Gefühl abwechselnd positiver und negativer Beschleunigung, was dem haptischen Eindruck eines Rastens entspricht. Eine negative Beschleunigung tritt in Fig. 6 im Bereich zwischen p_1 und p_2 auf, eine positive Beschleunigung im Bereich zwischen p_2 und p_3 , wobei TBr das eingestellte Drehmoment bezeichnet und Spos wie oben die Drehwinkelposition angibt. Die Ausführung der Bremsfunktion kann zusätzlich auch noch abhängig von der gemessenen Drehgeschwindigkeit des Knopfs 4 und seiner Drehrichtung programmiert werden.

[0031] Das erfindungsgemäße Bedienelement eignet sich hervorragend zur Steuerung von Funktionen im Cockpit von Autos oder anderen Transportmitteln. So kann er in Verbindung mit einem Navigationssystem eingesetzt werden, um dessen Funktionen zu steuern. Da diese Systeme meist mit einer synthetischen Sprachführung versehen sind, kann diese dazu verwendet werden, das Erreichen eines Menüpunkts der graphischen Benutzeroberfläche mit Worten zu kommentieren, um so dem Benutzer zusätzliche Sicherheit bezüglich des angewählten Menüpunkts zu geben.

Patentansprüche

1. Bedienelement mit einem Drehknopf (4), mit einem Magnetkreis und mit mindestens einer Spule (1), dadurch gekennzeichnet, dass der Drehknopf (4) bezüglich zumindest eines Teils des Magnetkreises drehbar gelagert ist, dass der zwischen Drehknopf (4) und Magnetkreis befindliche Spalt (5) mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit gefüllt ist und dass die Spule (1) dazu vorgesehen ist, eine variable Bremswirkung am Drehknopf (4) hervorzurufen.
2. Bedienelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetfeld in der magnetorheologischen Flüssigkeit in radialer Richtung verläuft.
3. Bedienelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ring (8) aus hartmagnetischem Material dazu vorgesehen ist, die in der magnetorheologischen Flüssigkeit enthaltenen Metallspäne vom Lager- und Dichtungsbereich (10) fernzuhalten und dass ein weiteres Dichtungselement (12) dazu vorgesehen ist, die Trägersubstanz der magnetorheologischen Flüssigkeit im Spalt (5) sicher einzuschließen.
4. Bedienelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ring (8) aus hartmagnetischem Material dazu vorgesehen ist, in Verbindung mit dem Dichtungselement (12) und der magnetorheologischen Flüssigkeit im Spalt (5) die Funktion eines Lagers zu übernehmen.
5. Bedienelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gesamte mechanische Anordnung und die benötigten Sensoren (14) im Innern des Drehknopfs (4) vorgesehen sind.
6. Bedienelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Bedienelement Hallsensoren (14) und ein Sensormagnetrad (13) dazu vorgesehen sind, die Position des Drehknopfs (4) gegenüber dem feststehenden Teil des Magnetkreises zu bestimmen.
7. Bedienelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehknopf (4) geeignet ist, eine Tastfunktion in axialer Richtung seiner Drehachse (6) auszuführen und dass die Hallsensoren (14) und das Sensormagnetrad (13) so in das Bedienelement eingebaut sind, dass sie neben der Drehposition auch die Tast-

funktion des Drehknopfs (4) erfassen können.

8. Bedienelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine elektronische Schaltung zur Ansteuerung der Spule (1) vorgesehen ist, welche die Spule (1) mit Strom versorgt.

9. Bedienelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Schaltung dazu vorgesehen ist, abhängig vom Drehwinkel des Drehknopfs (4) das Gefühl eines mechanischen Anschlags zu simulieren.

10. Bedienelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Schaltung dazu vorgesehen ist, in Abhängigkeit des Drehwinkels des Drehknopfs (4) und der Zeit Rastfunktionen und andere Bremsfunktionen zu steuern.

11. Bedienelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Schaltung den Drehknopf (4) so steuert, dass die Bremswirkung des Drehknopfs (4) auch nach einem gewaltsamen Überdrehen weit über den simulierten Anschlag hinaus bei einer Drehung in die entgegengesetzte Richtung sofort aufgehoben wird.

12. Bedienelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Bedienelement dazu vorgesehen ist, eine graphische Benutzeroberfläche zu steuern.

13. Bedienelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Bedienelement dazu vorgesehen ist, die Funktionen herkömmlicher Tasten an elektrischen Geräten zu übernehmen.

14. Bedienelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Bedienelement bei Erreichen eines Menüpunkts auf der graphischen Benutzeroberfläche eine zusätzliche Rückmeldung in Form synthetischer Sprache vermittelt.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

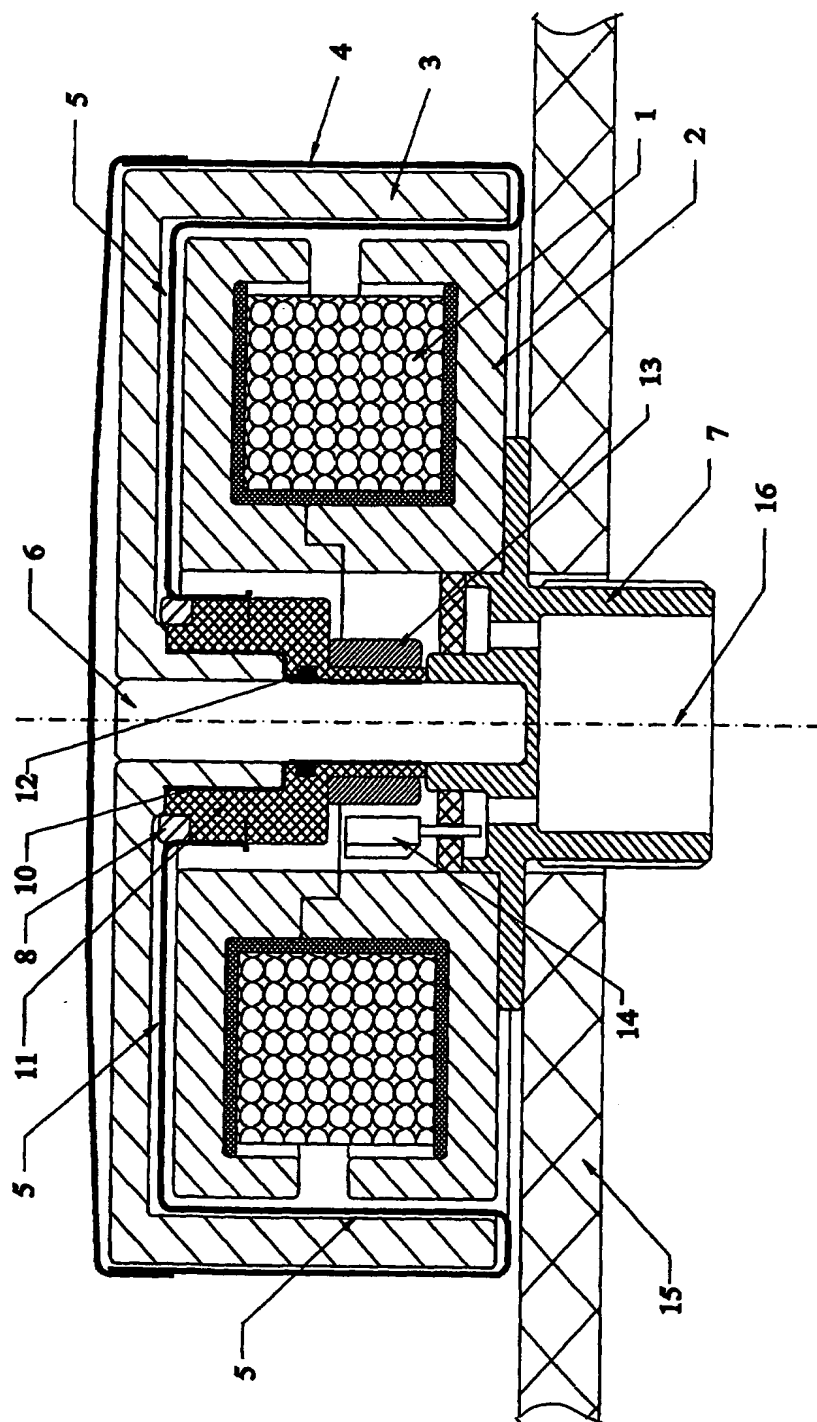


FIG. 1

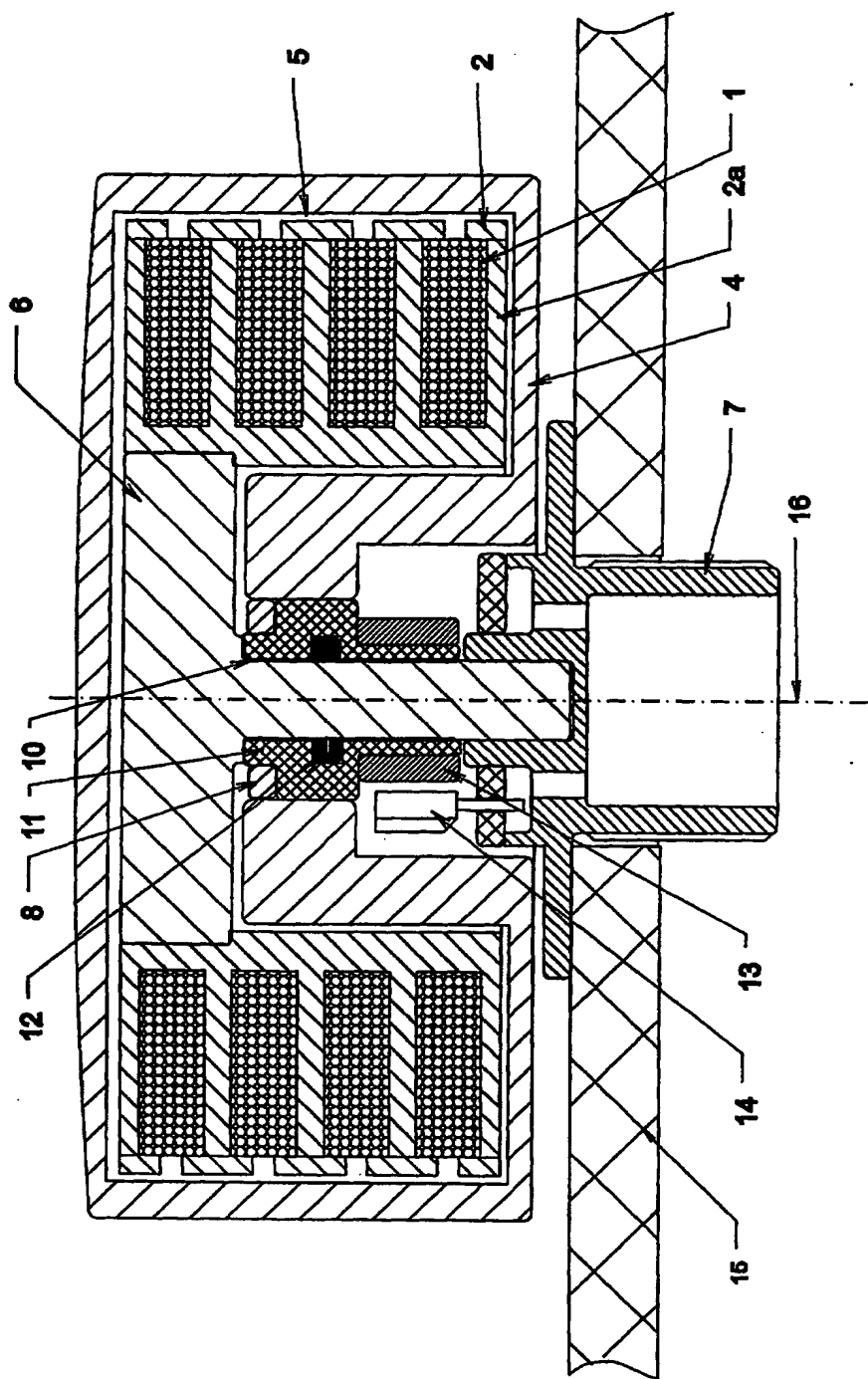


FIG. 2

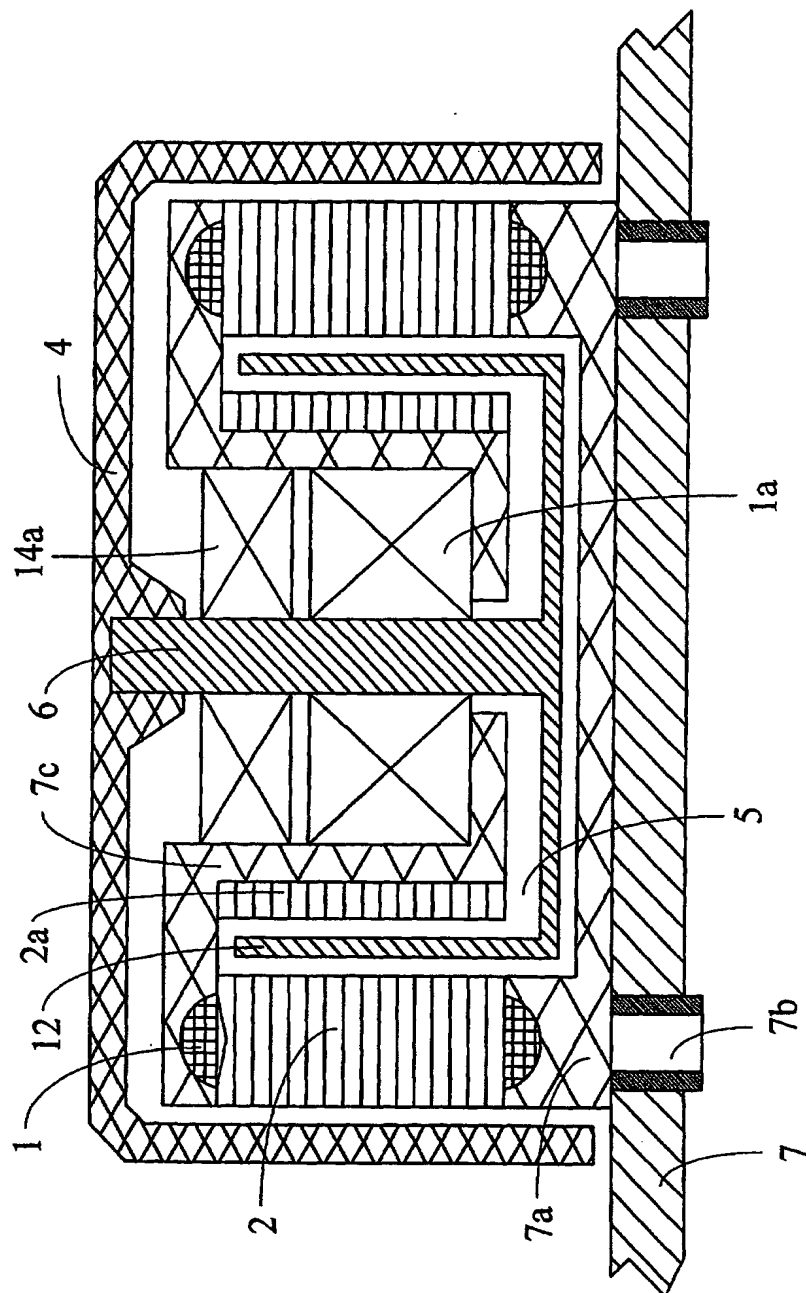


FIG. 3

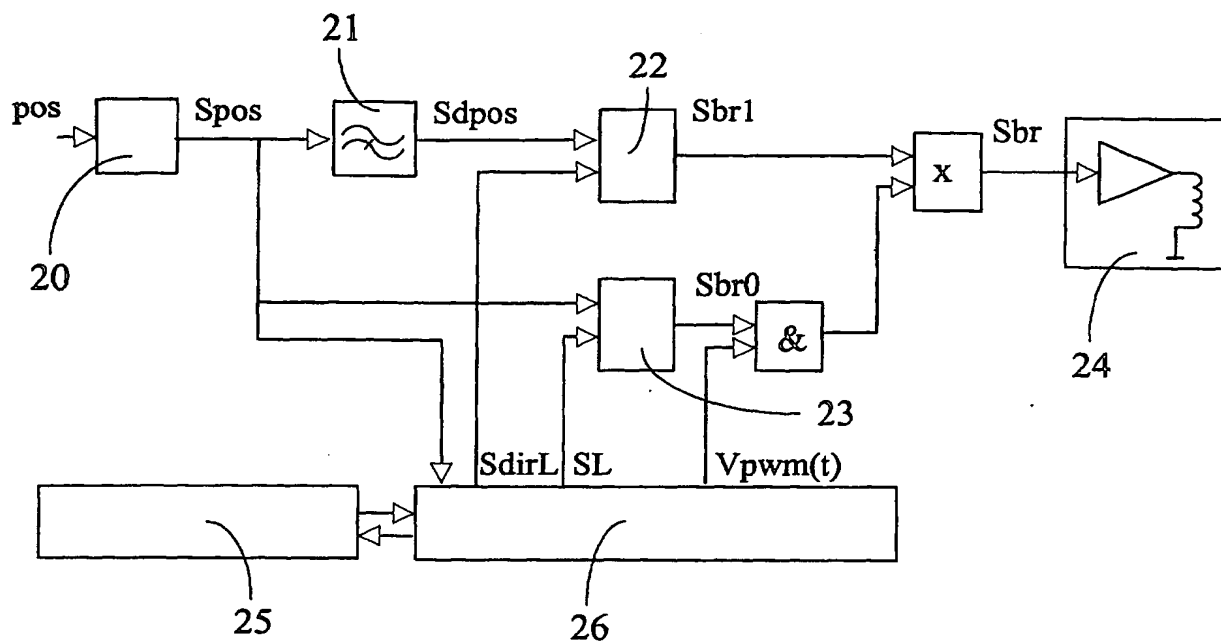


FIG. 4

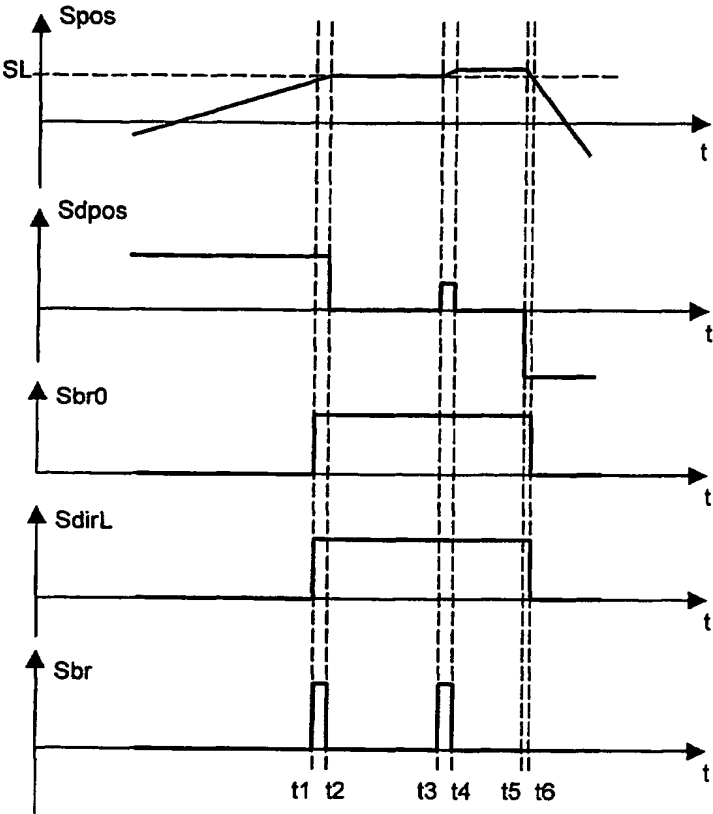


FIG. 5

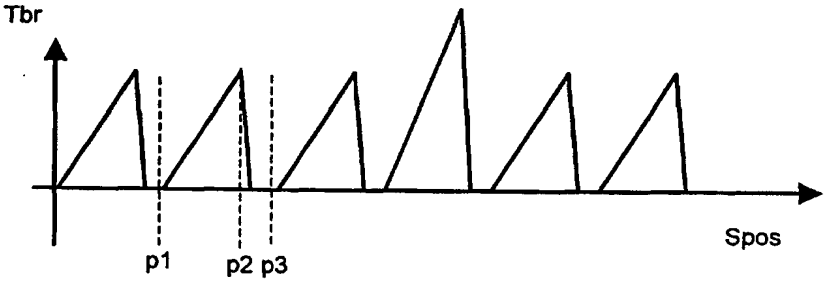


FIG. 6